

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年1月13日 (13.01.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/003522 A1

- (51) 国際特許分類: F01L 1/26, F16C 33/24
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009583
- (22) 国際出願日: 2004年6月30日 (30.06.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-189698 2003年7月1日 (01.07.2003) JP
特願2003-189682 2003年7月1日 (01.07.2003) JP
特願2003-189680 2003年7月1日 (01.07.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山本 剛久 (YAMAMOTO, Takehisa) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).

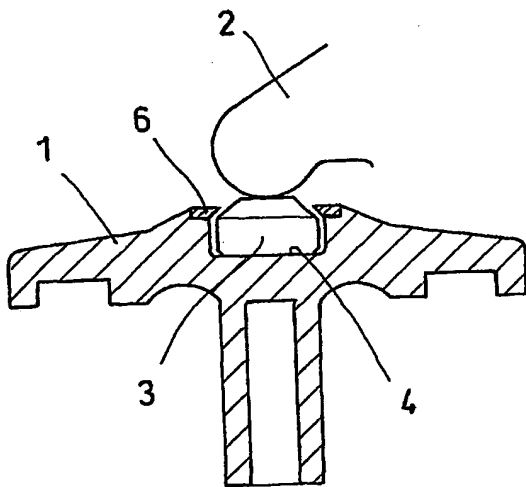
丹製作所内 Hyogo (JP). 松垣 賢次郎 (HIGAKI, Kenjiro) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 筑木 保志 (TSUZUKI, Yasushi) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: WEAR-RESISTANT SLIDE MEMBER AND SLIDE DEVICE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 耐摩摺動部品およびそれを用いた摺動装置



(57) Abstract: An object is to ensure that the contact portions of two parts which move in contact and association with each other, for example, a valve bridge and a rocker arm in the valve drive system of a diesel engine, are reduced in wear so as to prolong the life of the parts. A wear-resistant slide member has a wear-resistant member interposed between the contact portions of two parts and held in a recess in a part, which supports it, so as not to fall off, the member being inserted in a state which allows its rotation in the recess and its movement in a direction parallel to the bottom surface, the wear-resistant slide member comprising a first means for chamfering the outer peripheral corners of the bottom surface of the wear-resistant member, a second means for forming the bottom surface of the member in a convex shape having a degree of evenness of 0.05 to 20 μm with the outer periphery warped upward, and/or a third means for causing the surface roughness of the bottom surface, side surface and/or upper surface to be 0.2 μm or less in terms of Ra.

(57) 要約: 互いに接触して関連して運動する2つの部品、例えば、ディーゼルエンジンの動弁系のバルブリッジとロッ

カーアームなどの接触部の摩耗を減少させて、その部品の寿命を延ばすことを目的とする。2つの部品の接触部に耐摩部材を介在させ、耐摩部材をそれを受ける部品の凹部に脱落しないように保持し、同部材が、凹部内での回転取り部を設ける第一の手段、同部材底面を平坦度0.05ないし20 μm で外周側が反り上がる凸形状の面にする第二の手段、または同部材の底面、側面、上面の少なくとも一つの面の表面粗さをRaで0.2 μm 以下にする第三の手段の少なくとも一つの手段を施した耐摩摺動部品。



IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

耐摩摺動部品およびそれを用いた摺動装置

技術分野

- 5 この発明は、耐摩摺動部品ならびにそれを用いた摺動装置に関する。

背景技術

- 10 宇宙・陸海空の輸送機器、工場などの製造装置、電気・電子機器など各種装置の動力を伝達する摺動部に使われる摺動部品は、今後より一層の軽量化、使用環境下での耐久性の向上、ならびにより一層の低価格化が要求されている。また摺動部の環境によって、その要求レベルも多様化しつつある。

- 15 これらの中でも最も過酷な環境下で使われる輸送機器の摺動部には、特に高い摺動性能が要求される。例えば、ディーゼルエンジンのNO_x性能向上のためのEGRの採用、エンジン性能の向上などのために同エンジンのバルブブリッジとロッカーアームなどがその一例である。以下この例によって本発明の技術背景を説明する。

- 上記のバルブブリッジやロッカーアームなどの部品には耐摩耗性改善の厳しい要求がある。この要求に応えるために、互いに関連して動く2つの部品の一方、例えばバルブブリッジのロッカーアーム当接部に凹部を設けて、その凹部に耐摩
20 部材を嵌め、この耐摩部材に他方の部品（ロッカーアーム）を接触させて、部品接触部（摺動面）の摩耗を減少させることが考えられている。特許第2963241号公報（文献1）にその耐摩部材を採用した耐摩摺動部品が開示されている。この摺動部品は、耐摩耗性の改善を耐摩部材の特性のみに依存して行なっており、同部材の能力を超えた摩耗抑制効果は期待できない。この場合、摺動部品は、凹
25 部に一体成形した弾性部材を凹部に嵌めた耐摩部材の胴部に圧接させて同部材を凹部の中に固定している。これはセラミックス製の耐摩部材をチップングや残留応力による耐久性の悪化等を生じさせずに、簡単に外れないように取り付けるための工夫であって、接触面の耐摩耗性をさらに高める効果はない。

バルブブリッジとロッカーアームなどは、互いに関連して運動するときの接触

摺動範囲が限られており、耐摩部材としてセラミックスなどを使っても局所摩耗が発生し、部品の寿命が短くなる。

この発明は、以上の例のように互いに接触しながら連動する部品の寿命を延ばすために、上述した局所摩耗を効果的に抑制できるようにすることを課題として

5 いる。

発明の開示

本発明の摺動部品は、互いに関連して動く第1の部品及び第2の部品と、両部品の接触部に介在する耐摩部材とを有し、同耐摩部材を第2の部品に設けた凹部にその凹部からの脱落が防止される状態にして凹部内での回転と底面に平行な方向の移動が許容される状態に挿入し、耐摩部材の底面を上記第2の部品に設けた凹部の底面に、また第1の部品を耐摩部材の上面に、それぞれ接触させて第1、第2の部品を運動させるようにしたアッセンブリである。

15 本発明の第一の摺動部品は、以上のアッセンブリの耐摩部材の底面の外周コーナ部にコーナのエッジを除去する面取り部を形成した耐摩摺動部品である。なお耐摩部材の上部外周にも外周コーナのエッジを除去する面取り部を形成しておくことができ、これも部品の寿命向上に役立つ。

本発明の第二の摺動部品は、上記と同じアッセンブリにおいて、その耐摩部材の底面を平坦度0.05ないし20 μ mであって、その外周側が反り上がる凸形状にした耐摩摺動部品である。

20 なお、耐摩部材の底面の凸形状は平坦度で規定する。ただし、ここで言う平坦度は、表面粗さ計による断面形状測定を縦倍率5000倍で実施して断面曲線の基準面からの面変位の最大値を求め、その面変位の最大値とする。

またこの底面の平坦度は、第2の部品に設けた凹部底面の平坦度よりも大きくしておくのがよい。

25 本発明の第三の摺動部品は、第一・第二の摺動部品と同じアッセンブリであって、第二の部品に設けた凹部の底面に接触する耐摩部材の底面、同凹部の内径面に接触する耐摩部材の側面または第一の部品と接触する耐摩部材の上面の少なくとも一つの面の面粗さをRaで0.2 μ m以下とした耐摩摺動部品である。

さらに本発明の摺動部品には、上記第一、第二および第三の三つの実施形態の少なくとも二つを組み合わせた形態の部品も含まれる。

また本発明の耐摩部材の素材は、Fe-Cr系焼結合金、超硬合金、セラミックスなどが挙げられるが、中でも、特に軽量で耐摩耗性に優れるセラミックスが好ましい。セラミックスは、軽量で耐摩耗性に優れる窒化珪素セラミックスが好ましく、中でも曲げ強度800MPa以上、ビッカース硬度1400以上のものが好ましい。

さらに本発明には、以上述べた耐摩摺動部品を用いた摺動機器も含めた摺動装置も含まれる。なお、この発明の部品は、後で一例として触れるが、バルブブリッジやロッカーアームのような動弁系に好適に使われるが、適用される摺動装置は、これらに限定されない。2つの部品が間に介在した耐摩部材との接触状態を保って運動し、その運動によって接触部に摺動摩擦が生じる部品であれば、この発明の部品は、有効に使うことができ、その効果が発揮される。

なお本発明の摺動部品では、その耐摩部材を凹部内での回転と径方向移動が許容されるようにしておくと、2つの部品が運動するとき一方の部品から接触面に加わる力でこの耐摩部材が底面に平行な方向に移動し、或いは回転するので、2つの部品に対する耐摩部材の接触点が常に変動し、そのために、局所摩耗が回避されて接触面の摩耗が減少する。

20 図面の簡単な説明

図1は、この発明を適用した4バルブディーゼルエンジンのバルブブリッジ摺動部を示す図である。

図2は、図1のバルブブリッジとロッカーアームの接触部の断面図である。

図3は、本発明の第一の摺動部品の耐摩部材の取り付け部を拡大して示す断面図である。

図4Aおよび図4Bは、それぞれ図3の耐摩部材の底面の外周コーナに設ける面取り部の一例を示す図である。

図5は、本発明の第一の摺動部品の耐摩部材の上部外周コーナに面取り部を設けた場合の一例を示す図である。

図 6 は、本発明の第二の摺動部品の耐摩部材の取り付け部を拡大して示す断面図である。

図 7 A および図 7 B は、それぞれ図 6 の耐摩部材の底面の底面の形状の一例を示す図である。

5 図 8 は、平坦度を規定する断面形状測定法を模式的に示す図である。

図 9 は、平坦度を規定する断面形状の測定例を示す図である。

図 10 は、本発明の第三の摺動部品の耐摩部材の取り付け部を拡大して示す断面図である。

図 11 は、図 10 の耐摩部材の面位置を表わす図である。

10

発明を実施するための最良の形態

以下この発明の実施の形態を図 1 の 4 バルブディーゼルエンジンのバルブブリッジを例に採り、これに関連する図を用いて説明する。図 1 は、マルチバルブエンジン用の動弁系部品を例に挙げている。図中 1 はバルブブリッジ、2 はロッカーアーム、3 は耐摩部材である。バルブブリッジ 1 は、シリンダヘッド 10 上に立設されたガイドピン 11 に案内されて上下に往復運動する。ロッカーアーム 2 は、ロッカーシャフト 12 によって定位置揺動自在に支持されており、このロッカーアーム 2 の一端がプッシュロッド 13 によって突き上げられる。その突き上げと、突き上げの解除がカムシャフト 14 の回転に伴って繰り返され、ロッカーアーム 2 が揺動する。そのロッカーアーム 2 の揺動により、ロッカーアーム 2 の他端に接触したバルブブリッジ 1 が押し下げられ、バルブブリッジ 1 にステムを接触させた 2 つのバルブ 15 が同時に開弁する。また、2 つのバルブ 15 は、ロッカーアーム 2 による押し下げが解除されるときに閉弁用スプリング 16 の力で押し上げられて同時に閉弁し、これに伴いバルブブリッジ 1 も元の位置に押し戻される。このようにバルブブリッジ 1 とロッカーアーム 2 は、エンジンの燃焼のタイミングに合わせて 2 つのバルブ 15 の開閉を行うための部品である。耐摩部材 3 は、上部の外径を下部の外径よりも小さくした平面視円形のピースであり、この耐摩部材 3 を図 2、図 3 に示すように、バルブブリッジ 1 の上部中央部に形成した凹部 4 の中に沈み込ませてバルブブリッジ 1 に取り付けている。

この例の場合、本発明の摺動部品の第一の部品は、耐摩部材 3 であり、第二の部品は、これを受けて接触連動するバルブブリッジ 1 である。この例では凹部 4 は、図 3 に示す内径 D_0 を耐摩部材 3 の外径 D_1 よりも大きくしている。また、この凹部 4 の開口に抜け止め部材 6 を取り付けするなどして凹部 4 に挿入した耐摩部材 3 の脱落を防止している。また、抜け止め部材 6 に代えて凹部 4 の開口の全周を変形させて抜け止め部としてもよい。開口の全周を内側に突出するように変形させた抜け止め部は、耐摩部材 3 との干渉が起らず、耐摩部材 3 のスムーズな回転、移動が阻害されない。

この例のように、以下に述べる本発明の摺動部品では、共通して以下の効果がある。接触しつつ連動する第一の部品が、相手側の第二の部品によって、その回転や移動がスムーズに行われるようにする。この例では、耐摩部材を凹部内での回転と径方向移動が許容されるようにしておく、二つの部品が運動するとき一方の部品から接触面に加わる力でこの耐摩部材が底面に平行な方向に移動し、或いは回転するので、二つの部品に対する耐摩部材の接触点が常に変動し、そのために、局所摩耗が回避されて接触面の摩耗が減少する。

この例を参照して、以下本発明の第一の摺動部品について説明する。例示の耐摩部材 3 は、例えば窒化珪素セラミックスで形成されている。

この耐摩部材 3 の底面の外周コーナ部に、コーナのエッジを除去する面取り部 5 を形成している。図 4 にそのコーナの面取り部 5 の一形態例のある断面を拡大して示す。

面取り部の形状は、両部品がスムーズに連動する本発明の効果があれば、如何なる形状でもよい。例えば、この面取り部の形が、円周上のどの断面で切っても同じであっても良いし、また断面によって異なってもよい。

図 4 の面取り部 5 は、図 4 A に示す C 面取り、図 4 B に示す R 面取りのどちらであってもよい。また、この面取り部 5 の幅は、 $C(R) = 0.05 \text{ mm}$ 以上、好ましくは 0.2 mm 以上、特に好ましくは 0.4 mm 以上とするのがよい。この面取り部 5 を設けると、凹部 4 の底面に耐摩部材 3 が引っ掛かることがなくなり、耐摩部材 3 が凹部 4 内でスムーズに移動或いは回転する。

面取り量は、耐摩部材 3 の直径の 20% 以下が好ましく、この範囲内での面

取りであれば、耐摩部材 3 の支持安定性（すわり）が悪化する心配がない。なお、凹部 4 の隅角部（底部コーナ）が加工上、或いは応力集中回避の観点から完全な直角にならず、隅角部に R 面や C 面が生じるときには、耐摩部材 3 の底面の外周コーナ部の面取り量を、凹部 4 の隅 R 寸法または隅 C 寸法よりも大きくして耐摩部材 3 が凹部 4 の隅 R 面や隅 C 面に乗り上げないようにしておくのがよい。耐摩部材 3 の外周コーナの面取りは、上部外周のコーナにも施しておくことができる。耐摩部材 3 を、外周に段差のある図 5 のような形状にする場合には特に外周コーナ 7 の部分のエッジが図 3、図 4 に示す形状の場合よりも鋭くなり、このエッジが凹部 4 の内径面に接触してその内径面が傷つくことが考えられるが、コーナ 7 にエッジを除去する面取り部 8 を形成しておけばその不具合が発生しない。

このように、本発明の第一の摺動部品では、耐摩部材の底面の外周コーナ部のエッジを面取りして除去しているので、凹部の底面に対するエッジの引っ掛かりが防止され、耐摩部材が凹部内でスムーズに移動、回転する。そのため、接点の変動がスムーズに確実に起こり、局所摩耗の防止効果が確実に引き出される。

また、耐摩部材の上部外周のコーナに面取りを施すと、上部外周のコーナのエッジが接触することによる凹部内周面の傷つきが防止される。

次に図 1 の例を参照して本発明の第二の摺動部品について説明する。図 6 は図 1 の摺動部の部品の取り付け状況を示す模式図である。この図に例示の耐摩部材 3 は、例えば窒化珪素セラミックスで形成されている。この耐摩部材 3 の底面 3 a を平坦度 0.05 ないし 20 μm であって、その外周側が反り上がる凸形状の面に仕上げる。これを平坦な底面 4 a を有する第二の部品の凹部 4 に挿入し、凹部 4 の開口に抜け止め部材 5 を取り付けするなどして耐摩部材 3 の脱落を防止している。また、抜け止め部材 5 に代えて凹部 4 の開口の全周を変形させて抜け止め部としてもよい。開口の全周を内側に突出するように変形させた抜け止め部は、耐摩部材 3 との干渉が起らず、耐摩部材 3 のスムーズな回転移動が阻害されない。

図 7 に耐摩部材 3 の底面形状を誇張して示す。底面 3 a は、中央が平坦で外周側のみが反り上がる図 7 A に示すような面、全体が湾曲した図 7 B に示すような面のどちらであってもよい。この底面 3 a の凸形状は、上述した通り平坦度で規定する。

図8に、平坦度の求め方を示す。同図に示すように、底面3aの断面形状を縦倍率5000倍で測定し、基準面Pからの面変位の最大値を求めてその最大値を平坦度とする。図9に測定例を表す。このケースでは基準面Pからの面変位の最大値が σ であり、その σ が平坦度を表す数値となる。

- 5 耐摩部材3の底面3aの平坦度は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上が好ましい。より好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以上である。これは、耐摩部材3が凹部4の底面上を摺動するときの接触界面に対する潤滑油の供給が平坦度 $0.1\mu\text{m}$ 未満では少ないためである。なお、ここで言う $0.1\mu\text{m}$ 未満には中央部が凹になった面形状も含まれる。この平坦度は、 $20\mu\text{m}$ を超えると耐摩部材3の支持安定性(すわり)が悪くなる。
- 10 また、凹部4の底面4aは、機械加工の面から一般的には平面になるが、この底面4aが凹形の面となる場合には、耐摩部材の底面3aの平坦度を凹部の底面4aの平坦度よりも大きくして耐摩部材の底面3aの中央部が凹部の底面4aから浮き上がらないようにしておく。その浮き上がりが発生すると接触界面の入口側が閉ざされた状態になり、接触界面に対する潤滑油の供給、耐摩部材の径方向
- 15 の移動に支障が出る。

- このように、本発明の第二の摺動部品では、上述のように耐摩部材の底面を、平坦度 0.05 ないし $20\mu\text{m}$ をなす外周側が反り上がる凸形状の面にしたので、この耐摩部材が凹部内で移動回転する際に、耐摩部材の底面と凹部の底面との間の界面に外部から潤滑油が入り込み易くなり、潤滑性が向上して耐摩部材の移動、
- 20 回転がスムーズになる。そのために部品の運動に合わせて接触点が確実に変動し、変動範囲も広がって局所摩耗が効果的に抑制される。

- 次に図1の例を参照して本発明の第三の摺動部品について説明する。図10は、図1の摺動部の部品の取り付け状況を示す模式図である。この図で耐摩部材3は、上部の外径を下部の外径よりも小さくした平面視円形のピースであり、この耐摩部材3を図2、図10に示すように、バルブブリッジ1の上部中央部に形成した
- 25 凹部4の中に沈み込ませてバルブブリッジ1に取り付けている。

例示の耐摩部材3は、例えば窒化珪素セラミックスで形成されている。図11に示す底面3a、側面(外周面)3b、上面3cの面粗さを共に $Ra0.2\mu\text{m}$ 以下にし、三面の面粗さを規定したこの耐摩部材3を凹部4に挿入し、凹部4の

開口に抜止め部材 5 を取り付けるなどして耐摩部材 3 の脱落を防止している。また、抜止め部材 5 に代えて凹部 4 の開口の全周を変形させて抜止め部としてもよい。開口の全周を内側に突出するように変形させた抜止め部は、耐摩部材 3 との干渉が起こらず、耐摩部材 3 のスムーズな回転、移動が阻害されない。

- 5 耐摩部材 3 は、底面 3 a の面粗さが $Ra 0.2 \mu m$ 以下であると凹部 4 の底面との間の摩擦係数が小さくなって凹部 4 内でスムーズに移動、回転する。従って、耐摩部材 3 の底面 3 a の面粗さは $Ra 0.2 \mu m$ 以下にする。この底面 3 a の面粗さは $Ra 0.15 \mu m$ 以下が好ましく、特に $Ra 0.1 \mu m$ 以下であると耐摩部材 3 の動きがよりスムーズになってより良い摩耗抑制の効果が得られる。耐摩
- 10 部材 3 の側面 3 b も、その面粗さが $Ra 0.2 \mu m$ 以下であると凹部 4 の内径面との間の摩擦係数が小さく、側面の摩擦によって耐摩部材 3 のスムーズな移動、回転が妨げられることがなくなる。従って、側面 3 b の面粗さは $Ra 0.2 \mu m$ 以下、より好ましくは $Ra 0.15 \mu m$ 以下にする。

- また、この例では耐摩部材 3 の上面 3 c の面粗さが $Ra 0.2 \mu m$ 以下であると、ロッカーアーム 2 の摩耗が小さくなる。このため、上面 3 c の面粗さは Ra
- 15 $0.2 \mu m$ 以下にする。この上面 3 c の面粗さは $Ra 0.15 \mu m$ 以下、特に $Ra 0.10 \mu m$ 以下が好ましい。

- なお本発明の上記した第一・第二・第三のいずれの摺動部品についても、耐摩部材 3 の外径 $D1$ と凹部 4 の内径 $D0$ の差 ($S = D0 - D1$) は、 $0.03 mm$
- 20 以上、できれば $0.1 mm$ 以上確保しておくのがよい。径差 S が $0.03 mm$ 未満では耐摩部材 3 の移動量が少なく、発明の効果が発現し難い。また、径差 S が $0.03 mm$ 未満では凹部 4 に対する耐摩部材 3 の装填がし難くなり、加工管理も面倒になってコスト高の要因となる。なお、径差 S の上限は特にないが、耐摩部材 3 の外径 $D1$ の 10% 程度に抑えると耐摩部材 3 が必要以上に大きくならな
- 25 くてよい。

さらに前述のように、本発明の摺動部品には、上記第一、第二および第三の三つの実施形態の少なくとも二つ以上を組み合わせた形態の部品も含まれる。二つ以上の形態を組み合わせることによって、より一層本発明の目的にかなった機能の部品が得られる。これらについては、実施例にて述べる。

以上本発明摺動部品の主な実施形態について述べてきたが、この考え方は、二つの部品がお互いに接触しつつ一方の部品が他方の部品との間である自由度をもって運動する機構に属するすべての摺動部品に有効である。

- 5 なお以上参考例として挙げた自動車エンジンの動弁系に使われる摺動部品を始め、本発明の摺動部品に適した耐摩部材の素材としては、例えばF e - C r 系焼結合金、超硬合金、セラミックスなどが挙げられ、中でも、特に軽量で耐摩耗性に優れるセラミックスが好ましい。セラミックスは、軽量で耐摩耗性に優れる窒化珪素セラミックスが好ましい。中でも曲げ強度800MPa以上、ビッカース硬度1400以上あるものが好ましい。ビッカース硬度が1400未満であると、
10 耐摩耗性に劣り、摩耗が進行する可能性が高くなる。このような窒化珪素セラミックスを用いると、使用時の割れや欠けの発生する可能性が顕著に低減される。

- この窒化珪素セラミックスは、例えば、平均粒径5 μ m以下、かつ、 α 結晶化率50%以上の窒化珪素粉末と、平均粒径5 μ m以下のAl、Mg、Ca、Tiの酸化物又はそれらの複合酸化物の少なくとも1種からなる焼結助剤粉末5~15重量%とを混合し、この原料混合粉末を相対密度が45%以上となるように成形して1000°C以下の大気雰囲気下で前処理し、続いて前処理した成形体を不活性雰囲気中で相対密度が99%以上となるまで焼結する方法で製造される。また耐摩部材ならびにその周辺部品は、摺動時の放熱をよくするため熱伝導性に優れていることが望ましく、少なくとも10W/mK以上である。

- 20 本発明の摺動部材を含めた摺動部に有効な素材としては、これと接触連動する相手側の部品の素材の種類や使われる装置によって様々な候補が挙げられる。摺動部材も含め、本発明の摺動部品の第一・第二の部品の素材は、以上述べてきた効果の得られるものであれば、如何なるものであってもよい。例えば、上記した材料のみならず、種々の低摩擦係数のセラミックスや金属などの無機材料が使える。
25 また同じ機構でもより軽負荷の用途では、樹脂などの有機材料も用途に応じて用いることができる。さらには同じ成分で・鱗片状などのものやその他特殊な形態の組織をなす素材、ナノメートルサイズで制御された材料などをベースにした各種の複合化された材料も用途に応じて使い分けることができる。なお本発明の摺動部品では、第一・第二の摺動部品や摺動部材の摺接部分のみ耐摩耗性の素

材で構成することもできる。

さらに本発明には、以上述べた摺動部品を使った各種の摺動装置も含まれる。その代表例が、上記説明で参照した自動車のエンジンに組み込まれる動弁系の装置であるが、同じ基本機構を利用できる如何なる摺動装置にも適用できる。例えば宇宙や陸海空の輸送機器、工場での生産設備および電力も含めた電気・電子機器などの摺動部を有する多くの装置に広く適用できる。なお一部のものについては、以下の実施例で触れる。

実施例 1

- 10 図 1 に示す 4 バルブディーゼルエンジンのバルブブリッジ 1 に、凹部 4 を設けてその凹部 4 に窒化珪素セラミックス製他表 1 に記載の耐摩部材 3 を挿入し、その耐摩部材 3 の上面にロッカーアーム 2 を接触させた。耐摩部材 3 は、底部の外周コーナのみに図 4 A の C 面取りを施したものと、面取りを施していないもの（試料 1）を用いた。素材や面取りサイズなどの組み合わせは、表 1 に示す 17 種とした。耐摩部材 3 はその外径を 8.0 mm とし、この耐摩部材 3 を、内径 8.15 mm、隅 R が表 1 に記載の凹部 4 に挿入し、抜止め部材 6 で耐摩部材 3 の脱落を防止した。耐摩部材 3 は、凹部 4 内での回転が許容され、また、凹部 4 の内径面との間に生じた融通の範囲内での径方向移動も許容される状態になっている。なお表には記載しないが、耐摩部材を受ける耐摩部品 2 の凹部底面の表面粗さは、20 0.2 μ m、耐摩部材の底面の平坦度は、0.04 μ m、表面粗さは、Ra で底面・側面・上面とも 0.4 μ m とした。

- このように構成したバルブブリッジ 1 とロッカーアーム 2 を組合わせてディーゼルエンジンの動弁機構を再現したモータリングにより 480 時間稼働させ、この段階でロッカーアーム 2、耐摩部材 3、凹部 4 の接触摺動面の摩耗深さを測定した。その摩耗の合計深さ（摩耗量）を表 1 に併せて示す。なお、ロッカーアーム 2 は試験前後の形状変化量を摩耗深さとし、耐摩部材 3 はロッカーアーム 2 との接触面、凹部 4 の底面との接触面の形状を粗さ計で計って 2 つの接触面の形状変化量の和を摩耗深さとした。また、凹部 4 の底面の摩耗量は、底面の形状変化量を粗さ計で計って求めた。

同様に試料 9 と同じで図 5 の断面形状の耐摩部材を用意し、その底面コーナに試料 9 と同程度の面取りを行うとともに、その上面コーナにも幅が 0.03 ないし 1.8 mm の面取りを行った試料も準備した。この試料群についての上記と同じ条件下にて試験評価を行った。その結果、図 5 のような段差のある耐摩部材の場合には、底面だけでなく上面にも面取りをおこなうことによって、摩耗量はさ

5

らに 5 ないし 10 % 程度低減されることが分かった。

これらの試験結果から分かるように、凹部 4 との間に融通を生じさせて耐摩部材に回転と移動の自由度を与えても、耐摩部材の底面の外周コーナ部にエッジが残されているものは接触面の摩耗が大きくなるが、耐摩部材の底面の外周コーナ

10

のエッジを除去したものは接触面の摩耗が小さく抑えられる。これは、耐摩部材が凹部の底面に引っ掛らずにスムーズに移動、回転した結果、接触点の変動したことによる。

また試料 9、13 および 14 の結果から、ほぼ同じ機械的特性のセラミックスを使った場合、熱伝導性に優れたものの方が、耐摩耗性に優れていることが分かる。これは、摺接時に生じる熱の外部への伝達が良く、耐摩部材周辺の昇温が小

15

さくなるためである。なおこの点は、第二・第三の部品形態でも同様である。

なお表 1 に記載の幅 w と同じ曲率半径の R 面取り加工を施した耐摩部材も用意し、同様の評価を行った結果、以上の C 面を取った試料群の評価結果とほぼ同じ傾向となった。さらにこの C や R の大きさや形が外周方向で異なるものなど、相

20

手部品に引っかからないような種々の形状のものも同様に試作し評価を行ったが、上記同様の結果が確認された。

表 1

試料 番号	耐摩部材の 素材	面取りの幅w (mm)	第二の部品凹部 の隅R (mm)	摩耗量 (mm)	備考
* 1	窒化珪素 1	面取り無し	0. 1 0	0. 3 4	
2	"	0. 0 3	"	0. 2 5	w<R
3	"	0. 0 5	"	0. 2 1	以下は全て w<R
4	"	0. 1 0	"	"	
5	"	0. 1 5	"	0. 1 9	
6	"	0. 2 0	"	0. 1 8	
7	"	0. 2 5	"	0. 1 6	
8	"	0. 4 0	"	0. 1 4	
9	"	0. 5 0	"	0. 1 3	熱伝導 2.2 W/mK
10	"	1. 5 0	"	0. 1 7	
11	"	1. 6 0	"	0. 2 0	w=径の 20%
12	"	1. 8 0	"	"	w>径の 20%
13	窒化珪素 2	0. 5 0	"	0. 1 5	熱伝導 1.5 W/mK
14	窒化珪素 3	"	"	0. 1 7	熱伝導 1.0 W/mK
15	Fe-Cr系 基材に窒化珪 素 1 被覆	"	"	0. 1 6	
16	同上基材に窒 化珪素 1 を貼 りあわせ	"	"	0. 1 7	
17	炭化珪素	"	"	0. 2 1	熱伝導 6.0 W/mK

注) *印は比較例。

- 注) 窒化珪素 1 は、熱伝導率 2.2 W/mK、曲げ強度 900 MPa、ビッカース
 硬度 1500 の窒化珪素セラミックスからなり、同 2 および同 3 は、曲げ強度・
 5 ビッカース硬度は同じで、熱伝導率がそれぞれ 1.5 W/mK、1.0 W/mK の窒
 化珪素セラミックスからなるものである。試料 15 は、上記基材上に窒化珪素セ
 ラミックス 1 と同等の組織でビッカース硬度 1500 のものを化学吸着して層を
 形成したもの、同 16 は、同じ基材の摺接部に窒化珪素 1 の板を貼り合わせたも
 のである。なお試料 17 の炭化珪素は、熱伝導率が 6.0 W/mK、曲げ強度 60
 10 0 MPa、ビッカース硬度 1300 の炭化珪素セラミックスからなるものである。

次に試料 9 と同じ面取りを行った窒化珪素 1 の耐摩部材とこれを受けるバルブ
 ブリッジの隅 R を同じとし、その内径を表 2 のように変えた受け部品を用意した。
 これらを用いて上記と同じ試験を行った。その結果を表 2 に示す。

- 15 この結果より耐摩部材の外径 D1 と相手部品の凹部の内径 D0 との差 S が、0.
 03 mm 以上で S/D1 が 10% 程度以下の範囲であれば、摩耗量は、低く抑え

られることが分かる。

なお、面取り幅が、0.05 mmからD1の20%以下の範囲でD1を変えて同様の試験を行ったところ、以上と同様な傾向の結果が確認された。なおこのS/

5 D1による効果は、第二・第三の部品形態でも同様である。

表 2

試料 番号	受け部品の 内径D0 (mm)	耐摩部材の 外径D1 (mm)	S (D0-D1) (mm)	S/D1 (%)	摩耗量 (mm)	備考
*18	8.02	8.00	0.02	0.25	0.29	
19	8.03	"	0.03	0.38	0.21	
20	8.05	"	0.05	0.63	0.20	
21	8.10	"	0.10	1.25	0.15	
22	8.15	"	0.15	1.88	0.14	
23	8.40	"	0.40	5.00	"	
24	8.60	"	0.60	7.50	0.15	
25	8.80	"	0.80	10.00	0.16	外径の10%
26	8.90	"	0.90	11.25	"	

注) *印は比較例。

10 なお、ここでの説明は、ディーゼルエンジンの動弁系のバルブブリッジとロッカーアームを例に挙げて行ったが、2つの部品が耐摩部材と接触しながら運動し、その運動によって耐摩部材との接触部に摺動摩擦が生じる部品であれば、動弁系部品でなくてもこの発明の効果が発揮される。

15 以上述べたように、この発明の耐摩摺動部品は、耐摩部材の底面の外周コーナ部にコーナのエッジを除去する面取りを施し、この耐摩部材を一方の部品に設けた凹部にその凹部からの脱落が防止される状態にして凹部内での回転と底面に平行な方向の移動が許容される状態に挿入し、この耐摩部材の上面に他方の部品を接触させて関連して動く2つの部品を運動させるようにしたので、耐摩部材が凹部内でスムーズに移動、回転して接点の変動が確実に起こり、そのために、接
20 触面の摩耗が減少して部品の寿命が延びる。

また試料1ないし12、18ないし26と相似形で外寸の全てをほぼ3倍に拡大した規模と外寸の全てを1/3に縮小した規模の大小二種の試料アッセンブリ

群を用意した。前者は上記より大型の、また後者は前記よりも小型の、それぞれ駆動装置を使って、上記と同様に駆動させて摩耗状況を確認した結果、摩耗量は、その面取り幅 w や比 S/D の値によって、ほぼ上記と同様の摩耗量変化の傾向が観測された。またクリアランス比が 10% までは摩耗量の減少傾向が観測され

5 た。このことから本発明の摺動部品摺接部の面取りによる摩耗の傾向は、サイズによらずに現れることが分かる。なおこの点は、第二・第三の部品形態でも同様である。

実施例 2

10 図 6 に示す 4 バルブディーゼルエンジンのバルブブリッジ 1 に、底面が平坦な凹部 4 を設けてその凹部 4 に窒化珪素セラミックス他表 3 に記載の耐摩部材 3 を挿入し、その耐摩部材 3 の上面にロッカーアーム 2 を接触させた。耐摩部材 3 は、底面を凸形状にしたものと、底面が平坦なもの（試料 27）を用いた。耐摩部材 3 の底面の平坦度は表 3 に示す値にした。また、この耐摩部材 3 はその外径を 8.

15 0 mm とし、この耐摩部材 3 を、内径 8. 15 mm の凹部 4 に挿入し、抜止め部材 5 で耐摩部材 3 の脱落を防止した。耐摩部材 3 は、凹部 4 内での回転が許容され、また、凹部 4 の内径面との間に生じた融通の範囲内での径方向移動も許容される状態になっている。なお表には記載しないが、耐摩部材の底面・側面・上面とも、その表面粗さは、 R_a で 0. 4 μm とし、底面コーナの面取りは行わず、

20 相手部品の隅 R はこれより若干大き目の 0. 04 mm とした。

このように構成したバルブブリッジ 1 とロッカーアーム 2 を組合わせて実施例 1 と同じ条件下で摩耗試験を行った。その結果を表 3 に示す。

この試験結果から分かるように、凹部 4 との間に融通を生じさせて耐摩部材に回転と底面と平行方向の移動の自由度を与えても、耐摩部材の底面が平坦なものは接触面の摩耗が大きくなるのに対し、耐摩部材の底面を凸形状したものは接触

25 面の摩耗が小さく抑えられる。これは、耐摩部材とバルブブリッジの接触界面の潤滑性が向上して耐摩部材がスムーズに移動、回転した結果、接触点が変動したからに他ならない。

なお記載しないが、表 3 記載の平坦度を有し、例えば凹凸の周期・振幅・個々

の形など、凹凸形状の異なる凸面状の底面に加工された耐摩部材も用意し、同様の評価を行った結果、平坦度と摩耗量との関係は、凹凸形状に依らず以上の結果とほぼ同じ傾向となった。

- 5 以上試料 28 の組み合わせで、第二の部品の底面の平坦度を $0.04 \mu\text{m}$ としたアセンブリを用いて、同じ試験を行ったところ、耐摩部材底面の平坦度が大
きいために、耐摩部材の凸部と第二の部品の底面との間に隙間が生じ、摩耗量は、
1 ないし 10 % 程度増加した。

- 10 また、ここでの説明は、ディーゼルエンジンの動弁系のバルブブリッジとロッカーアームを例に挙げて行ったが、2つの部品が耐摩部材と接触しながら運動し、
その運動によって接触部に摺動摩擦が生じる部品であれば、動弁系部品でなくてもこの発明の効果が発揮される。

表 3

試料 番号	耐摩部材の素材	底面の平坦度 (μm)	摩耗量 (mm)	備考
* 27	窒化珪素 1	0.03	0.35	熱伝導 22 W/mK
28	〃	0.05	0.18	
29	〃	0.10	0.16	
30	〃	0.20	0.15	
31	〃	0.25	0.14	
32	〃	0.30	0.11	
33	〃	0.50	〃	
34	〃	1.00	〃	
35	〃	1.50	〃	
36	〃	2.00	0.12	
37	〃	2.50	0.18	
38	窒化珪素 2	1.50	0.21	熱伝導 15 W/mK
39	Fe-Cr 系基材に 窒化珪素 1 被覆	0.50	0.13	
40	炭化珪素	1.50	0.18	熱伝導 60 W/mK

注) *印は比較例。

次に試料 35 と底面の平坦度が同じ窒化珪素 1 の耐摩部材とこれを受けるバルブブリッジの内径を実施例 1 の表 2 のように変えた受け部品を用意した。これらを用いて上記と同じ試験を行った。その結果、耐摩部材の外径 $D1$ と相手部品の凹部の内径 $D0$ との差 S が、 0.03 mm 以上で $S/D1$ が 10 % 以下の範囲で

あれば、また面取りが同じ幅の場合には、 w より R が大きい場合、摩耗量は、低く抑えられることが確認された。

実施例 3

- 5 図 10 に示す 4 バルブディーゼルエンジンのバルブブリッジ 1 に、凹部 4 を設けてその凹部 4 に窒化珪素セラミックス他表 4 に記載の耐摩部材 3 を挿入し、その耐摩部材 3 の上面にロッカーアーム 2 を接触させた。耐摩部材 3 の、底面 3 a、側面 3 b、上面 3 c の面粗さは表 4 に示す値にした。これ等の耐摩部材 3 はその外径を 8.0 mm とし、この耐摩部材 3 を、内径 8.15 mm の凹部 4 に挿入し、
- 10 抜止め部材 6 で耐摩部材 3 の脱落を防止した。表 4 に示した耐摩部材 3 は、いずれも凹部 4 内での回転が許容され、また、凹部 4 の内径面との間に生じた融通の範囲内での底面に平行な方向の移動も許容される状態になっている。なお表には記載しないが、耐摩部材の底面コーナの面取りは行わず、相手部品の隅 R はこれより若干大き目の 0.04 mm とした。また耐摩部材の平坦度は、 $0.03 \mu\text{m}$
- 15 とした。

このように構成したバルブブリッジ 1 とロッカーアーム 2 を組合わせて実施例 1 と同じ条件下で摩耗試験を行った。その結果を表 4 に示す。

- 試験に用いたバルブブリッジ 1 の凹部 4 の面粗さは、底面 4 a が $R a 6.0 \mu\text{m}$ 、内径面 4 b が $R a 0.7 \mu\text{m}$ である。また、ロッカーアーム 2 の接触面（耐
- 20 摩部材 3 の上面に接触する面）の面粗さは $R a 0.09 \mu\text{m}$ である。

- この試験結果から分かるように、凹部 4 との間に融通を生じさせて耐摩部材に回転と移動の自由度を与えても、耐摩部材の底面、側面、上面の面粗さが粗いものは接触面の摩耗が大きくなるのに対し、耐摩部材の底面、側面、上面の少なくとも一面の面粗さを $R a 0.2 \mu\text{m}$ 以下にしたものは接触面の摩耗が小さく抑え
- 25 られる。これは、いずれかの接触面の摩擦係数が小さくなって耐摩部材がスムーズに移動、回転し、接触点が変動することによる。

なお、ここでの説明は、ディーゼルエンジンの動弁系のバルブブリッジとロッカーアームを例に挙げて行ったが、2つの部品が耐摩部材と接触しながら運動し、その運動によって耐摩部材との接触部に摺動摩擦が生じる部品であれば、動弁系

部品でなくてもこの発明の効果が発揮される。

表 4

試料 番号	耐摩部材の 素材	面粗さ R_a (μm)			摩耗量 (mm)
		底面	側面	上面	
* 4 1	窒化珪素 1	0. 2 5	0. 2 5	0. 2 5	0. 3 5
4 2	"	0. 2 0	0. 1 5	0. 1 5	0. 2 5
4 3	"	0. 1 5	"	"	0. 1 7
4 4	"	0. 1 0	"	"	0. 1 4
4 5	"	0. 0 5	"	"	0. 1 2
4 6	"	0. 1 5	0. 2 0	"	0. 1 8
4 7	"	"	0. 1 0	"	0. 1 3
4 8	"	"	0. 0 5	"	0. 0 8
4 9	"	"	0. 1 5	0. 2 0	0. 1 6
5 0	"	"	"	0. 1 0	0. 1 2
5 1	"	"	"	0. 0 5	0. 1 0
5 2	"	"	"	0. 1 5	0. 1 5
5 3	窒化珪素 2 Fe-Cr 系 基材に窒化珪 素 1 被覆	"	"	"	0. 1 6
5 4	炭化珪素	"	"	"	"

注) *印は比較例。

- 5 次に試料 4 9 と各面の表面粗さが同じ窒化珪素 1 の耐摩部材とこれを受けるバルブブリッジの内径を実施例 1 の表 2 のように変えた受け部品を用意した。これらを用いて上記と同じ試験を行った。その結果、耐摩部材の外径 D_1 と相手部品の凹部の内径 D_0 との差 S が、 0.03 mm 以上で S/D_1 が 10% 以下の範囲であれば、また面取りが同じ幅の場合には、 w より R が大きい場合、摩耗量は、
- 10 低く抑えられることが確認された。

なお記載しないが、表 4 記載の表面粗さを有し、例えば凹凸の周期・振幅・個々の形など、凹凸形状の異なる面に加工された耐摩部材も用意し、同様の評価を行った結果、表面粗さと摩耗量との関係は、凹凸形状に依らず、以上の結果とほぼ同じ傾向となった。

実施例 4

実施例 1 の試料 9 の耐摩部材に (1) 面取りに加えて、その底面の平坦度を相手側の部品より大きくして $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 以上の範囲内で変化させて外周側で凸に

なるようにした各種アッセンブリ、(2)面取りに加えて、その底面、側面または上面の内の少なくとも一面をRaで $0.2\mu\text{m}$ 以下の表面粗さに制御した各種アッセンブリ、あるいは(3)実施例2の試料33の底面をその外周側で上記範囲内の平坦度で凸にするとともに、その少なくとも一面の表面粗さを上記範囲内で制御したアッセンブリ、あるいは(4)面取りに加えて、その底面を上記平坦度の範囲内で凸にし、さらにその底面、側面または上面の少なくとも一面を上記範囲内の表面粗さで制御したアッセンブリを準備した。これら各種のアッセンブリを上記と同じ条件下で駆動させて、実施例1と同様にして摩耗量を確認した。その結果、試料9に比べ、上記(1)ないし(3)のアッセンブリ試料群では、全体に5ないし15%程度、(4)のアッセンブリ試料群では全体に10ないし20%程度、摩耗量が少なくなった。また(4)のように三つの形態を併用することによって、二つの形態を併用した場合に比べて、5ないし10%程度の摩耗量が少なくなった。以上のように、本発明の第一・第二・第三の形態を併用実施することで、それぞれの単独形態の場合に比べて相乗的な効果の上昇が見られた。

15

産業上の利用可能性

以上述べてきたように、本発明の摺動部品は、互いに摺接して連動する機構を採用しその摺接部との接触形態が工夫されているため、摩耗量が低く抑えられる。

このため従来の類似機構のものに比べ長寿命である。したがって、輸送機器の動力伝達部の様な過酷な摺動部にも有用である。

20

請求の範囲

1. 互いに関連して動く第1の部品及び第2の部品と、両部品の接触部に介在する耐摩部材とを有し、前記耐摩部材を第2の部品に設けた凹部にその凹部からの脱落が防止される状態にして凹部内での回転と底面に平行な方向の移動が許容される状態に挿入し、この耐摩部材の底面を前記凹部の底面に、第1の部品を耐摩部材の上面に、それぞれ接触させて前記第1、第2の部品を運動させるようにするとともに、前記耐摩部材の底面の外周コーナ部にコーナのエッジを除去する面取り部を形成した耐摩摺動部品。
- 5 2. 前記耐摩部材の底面の外周コーナの面取り量を、前記凹部の隅Rまたは隅C寸法よりも大きくした請求項1に記載の耐摩摺動部品。
3. 前記耐摩部材の上部外周にも外周コーナのエッジを除去する面取り部を形成した請求項1又は2に記載の耐摩摺動部品。
4. 互いに関連して動く第1の部品及び第2の部品と、両部品の接触部に介在する耐摩部材とを有し、前記耐摩部材を第2の部品に設けた凹部にその凹部からの脱落が防止される状態にして凹部内での回転と底面に平行な方向の移動が許容される状態に挿入し、この耐摩部材の底面を前記凹部の底面に、第1の部品を耐摩部材の上面に、それぞれ接触させて前記第1、第2の部品を運動させるようにするとともに、前記耐摩部材の底面を、前記凹部の内径面に接触する前記耐摩部材
- 15 20 の底面を平坦度0.05ないし20 μ mであって、その外周側が反り上がる凸形状にした耐摩摺動部品。
5. 前記耐摩部材の底面の平坦度は、前記第2の部品に設けた凹部底面の平坦度よりも大きくした請求項4に記載の耐摩摺動部品。
6. 互いに関連して動く第1の部品及び第2の部品と、両部品の接触部に介在する耐摩部材とを有し、前記耐摩部材を第2の部品に設けた凹部にその凹部からの脱落が防止される状態にして凹部内での回転と底面に平行な方向の移動が許容される状態に挿入し、この耐摩部材の底面を前記凹部の底面に、第1の部品を耐摩部材の上面に、それぞれ接触させて前記第1、第2の部品を運動させるようにするとともに、前記凹部の底面に接触する耐摩部材の底面、前記凹部の内径面に接
- 25

触する耐摩部材の側面、または前記第一の部品と接触する耐摩部材の上面の少なくとも一つの面の面粗さを $Ra 0.2 \mu m$ 以下とした耐摩摺動部品。

7. 前記耐摩部材の外径と前記凹部の内径の差を $0.03 mm$ 以上とした請求項1ないし6のいずれかに記載の耐摩摺動部品。

5 8. 前記耐摩部材を窒化珪素セラミックスを含む素材で形成した請求項1ないし7のいずれかに記載の耐摩摺動部品。

9. 互いに関連して動く2つの部品がディーゼルエンジンの動弁系のバルブブリッジとロッカーアームであり、バルブブリッジの上部に設けた凹部に前記耐摩部材が挿入され、その耐摩部材の頂部にロッカーアームを接触させるように構成された請求項1ないし8のいずれかに記載の耐摩摺動部品。

10 10. 請求項1ないし9のいずれかに記載された摺動部品を用いた摺動装置。

1/5

FIG. 1

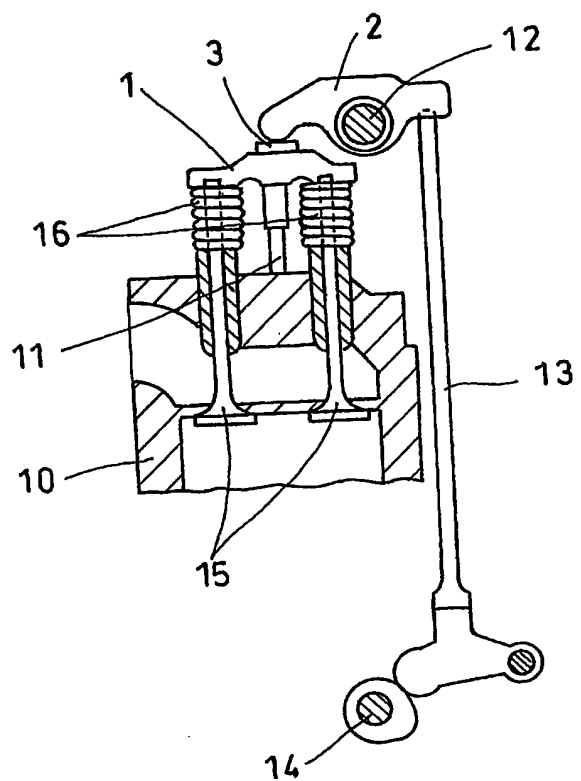
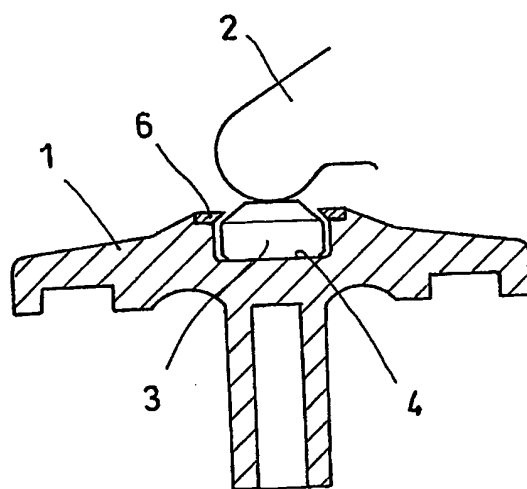


FIG. 2



2/5

FIG. 3

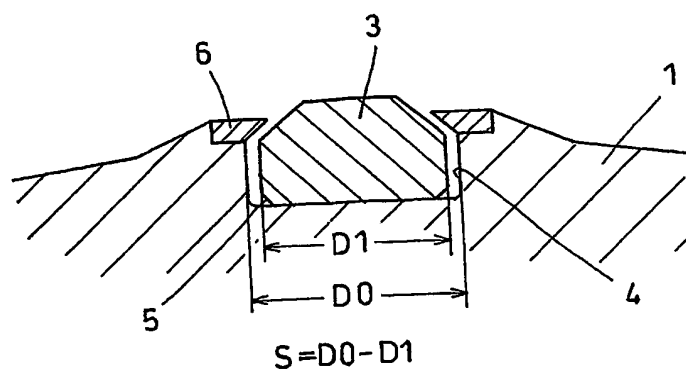


FIG. 4A

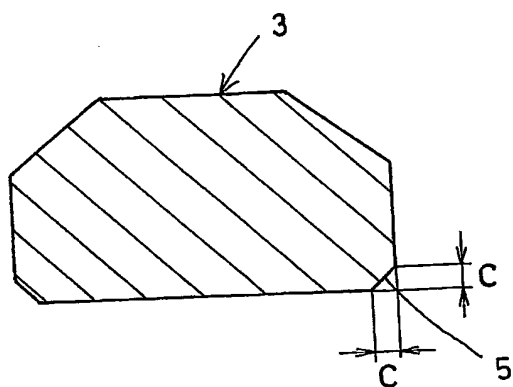


FIG. 4B

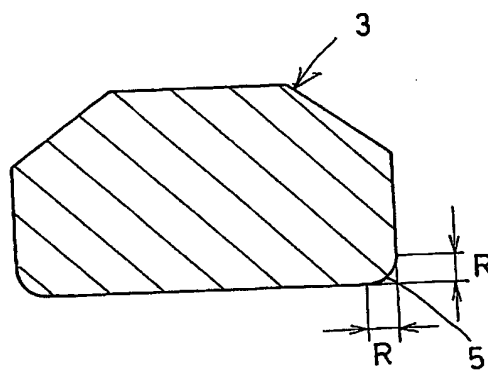


FIG. 5

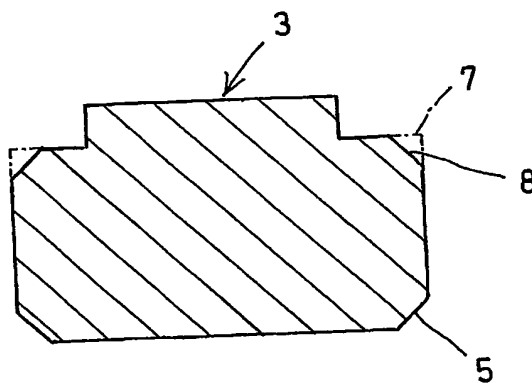


FIG. 6

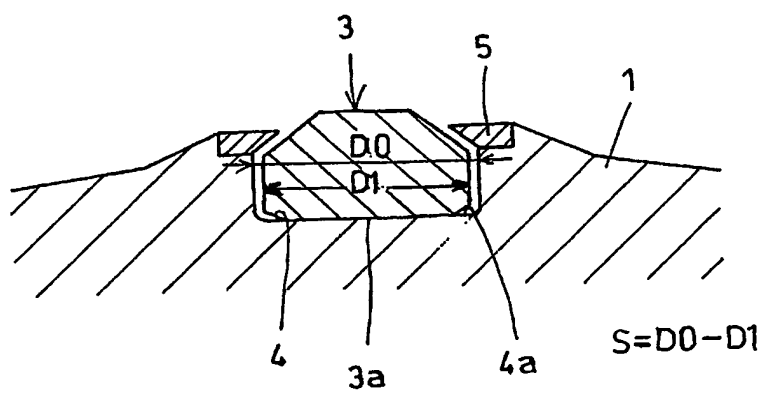


FIG. 7A

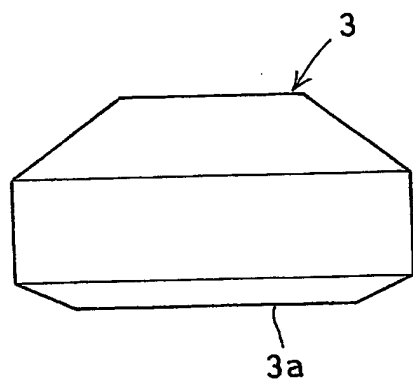


FIG. 7B

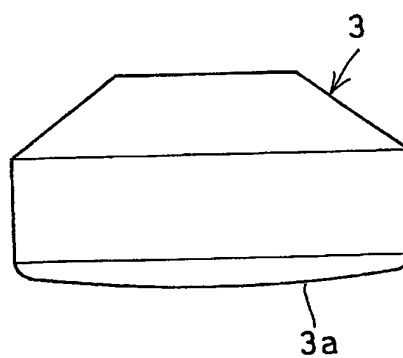


FIG. 8

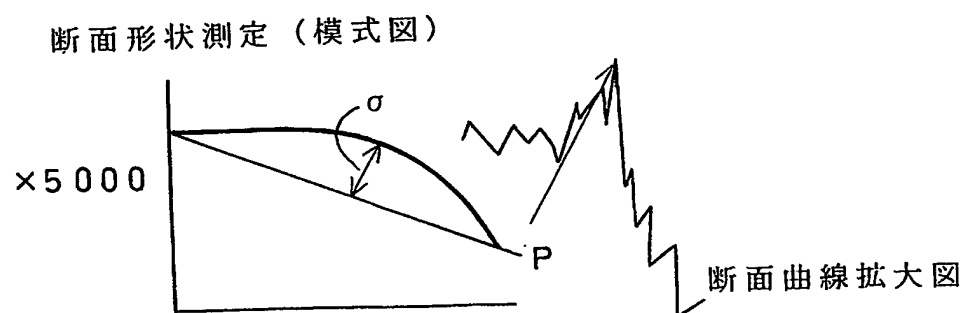
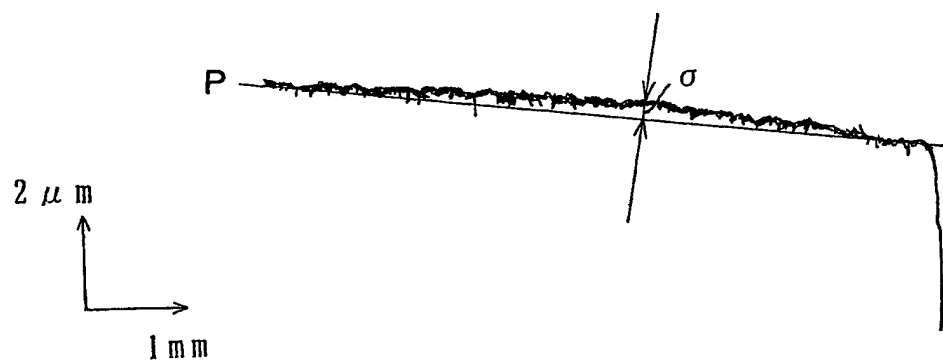


FIG. 9



測定例

FIG. 10

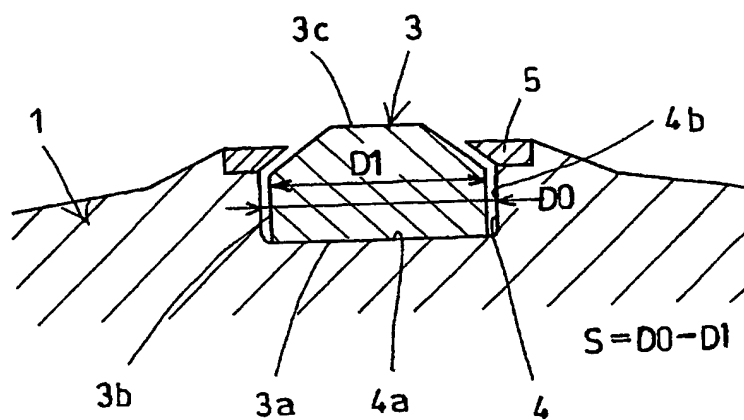


FIG. 11

